

Apparatus for surface image sensing and surface inspection of three-dimensional structures

Publication number: DE69915655T

Publication date: 2004-08-12

Inventor: CRONSHAW ANTHONY JAMES (GB); HUMPHRIES MARK ROBSON (GB); HODGES JAMES (GB); FISHER JOHN HORACE (GB)

Applicant: WARNER LAMBERT CO LLC MORRIS P (US)

Classification:

- international: **G01B11/25; G01N21/952; G01B11/24; G01N21/88;**
(IPC1-7): G01B11/24; G01N21/88

- european: G01B11/25; G01N21/952

Application number: DE19996015655T 19990701

Priority number(s): US19980150770 19980910; WO1999US15011 19990701

Also published as:

WO0016038 (A1)
EP1112473 (A1)
US6393141 (B1)
EP1112473 (A0)
CA2343390 (A1)

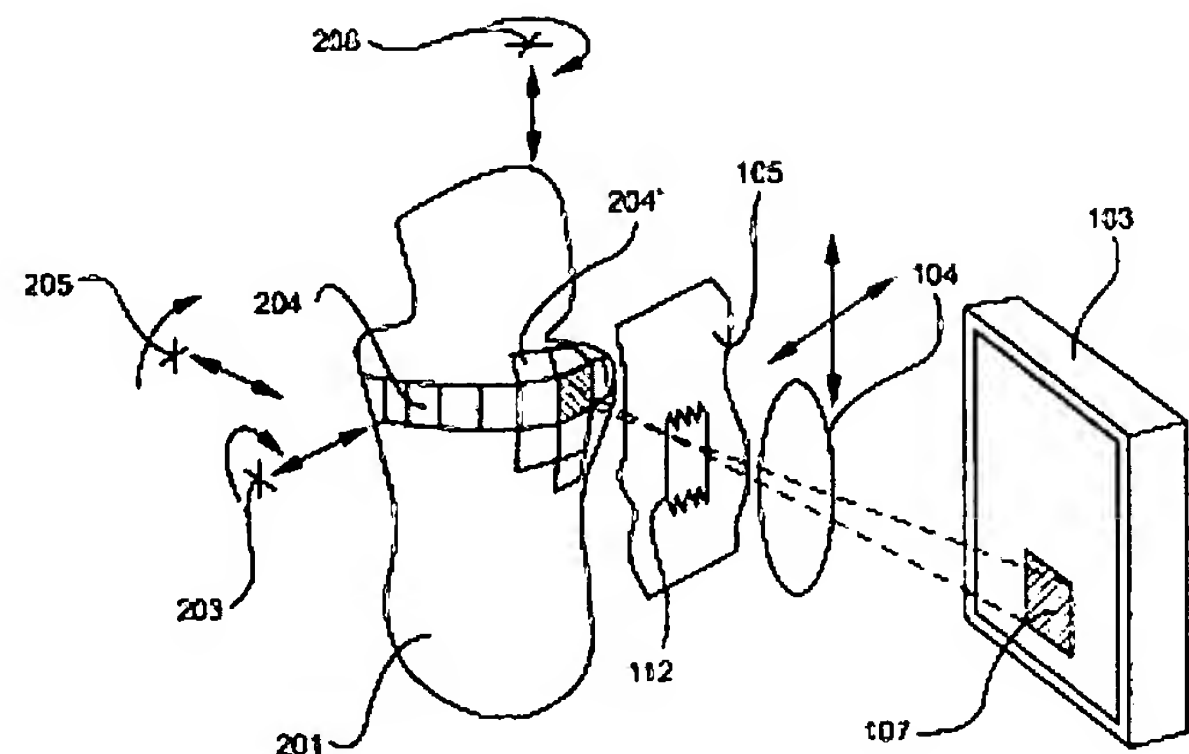
more >>

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE69915655T

Abstract of corresponding document: **US6393141**

An apparatus for providing a two-dimensional image of a three-dimensional object illuminates the surface of the object using an illumination source. Portions of the surface are imaged through an aperture in a plate onto a portion of a matrix sensor. The object is rotated about its principle axis while being simultaneously translated, and, at the same time the aperture is also rotated. By synchronizing these translational and rotational movements, successive portions of the object surface can image onto respective successive portions of the matrix sensor, thereby providing an improve two-dimensional image of the surface of the object.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(12) Übersetzung der europäischen Patentschrift

(10) DE 699 15 655 T2 2004.08.12

(51) Int Cl.: G01B 11/24

G01N 21/68

(97) EP 1 112 473 B1
(21) Deutsches Aktenzeichen: 699 15 655.8
(88) PCT-Aktenzeichen: PCT/US99/15011
(98) Europäisches Aktenzeichen: 99 932 176.3
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 00/16038
(88) PCT-Anmeldetag: 01.07.1999
(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: 23.03.2000

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 04.07.2001
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 17.03.2004
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 12.08.2004

(30) Unionspriorität:
150770 10.09.1998 US

(73) Patentinhaber:
Warner-Lambert Co. LLC, Morris Plains, N.J., US

(74) Vertreter:
Krohn, S., Dipl.-Chem. Dr. rer. nat., Pat.-Ass., 79108
Freiburg

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE

(72) Erfinder:
CRONSHAW, Anthony James, Cambridge CB2
5DS, GB; HUMPHRIES, Mark Robson, Saffron
Walden, Essex CB10 1PL, GB; HODGES, James,
Christopher, London W2 3EN, GB; FISHER, John
Horace, Whaddon, Herts, GB

(54) Bezeichnung: APPARAT ZUR ABBILDUNG UND ZUR INSPEKTION DER OBERFLÄCHE VON DREIDIMENSIONALEN OBJEKTEN

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erhaltene europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich anzurichten und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Abbilden dreidimensionaler Strukturen für die automatische Inspektion und andere Anwendungen.

[0002] Bei einem bekannten Abbildungssystem werden Matrixkameran (d. h. Flächenabtastrkameran) auf der Basis von Sensoren wie z. B. einem mit einer Last gekoppelten Gerät (CCD = Charged Coupled Device), das eine zweidimensionale Anordnung von Abtastelementen verwendet, eingesetzt. Matrixkameran werden in Videokameran, in TV-Kameran mit geschlossenem Kreislauf (CCTV = Closes Circuit TV Cameras) und in Camcordern oft eingesetzt und können zum Erfassen von Bildern dreidimensionaler Strukturen verwendet werden.

[0003] Ein Problem bei der Verwendung einer Matrixkamera besteht darin, dass nur ein Teil der dreidimensionalen Struktur der Kamera sichtbar ist. Beispielsweise wird bei der Abbildung der Oberfläche eines Zylinders oder einer Kugel die Kamera nur die der Kamera nächstgelegene Oberfläche erkennen und nicht in der Lage sein, die Seiten oder Rückflächen zu erkennen. Dies bedeutet, dass eine Vielzahl von Bildern nötig ist, um ein komplettes Gesamtbild der Struktur aufzubauen. In einer praktischen Anwendung wie z. B. einem automatischen Inspektionssystem, ist dies ein Nachteil, da die Erfassung und Verarbeitung einer Vielzahl von Bildern eine größere Arbeitsbelastung auflegt, welches sich in den Systemkosten niederschlägt, als es für ein Einzelbild der Fall wäre.

[0004] Ein zweites Problem bei der Verwendung einer Matrixkamera besteht darin, dass etwaige nicht-flache Bereiche der Struktur auf den Sensor in einer verzerrten Weise projiziert werden. Beispielsweise erzeugen die Wände einer zylindrischen oder sphärischen Struktur eine Verzerrung des Bildes, da sich die Oberflächen von der Kamera weg krümmen. Dies bedeutet, dass das Bildverarbeitungssystem diese Verzerrung korrigieren muss, wenn es ein Oberflächen detail enthaltende Bilder inspeziert, beispielsweise gedruckte Buchstaben auf der Oberfläche. Diese Art von Korrektur bedeutet eine erhebliche Zunahme der Komplexität und folglich erhöhte Kosten für das Bildverarbeitungssystem.

[0005] Ein drittes Problem bei der Verwendung einer Matrixkamera besteht darin, dass es notwendig wird, mehrere Bilder zusammenzufügen. Dies trifft dann zu, wenn die abgebildete Oberfläche Muster enthält, welche sich über zwei oder mehrere der Mehrfachbilder hinweg erstrecken und es wird notwendig, diese Bilder zusammenzufügen (d. h. zusammenzuschneiden), um das komplette Bild zu rekonstruieren. Dies ergibt eine erhebliche zusätzliche Komplexität im Bildverarbeitungssystem und führt zu dem Risiko, dass gelegentliche Schneid-"Artefakte" (splicing artefacts) in dem wiedergegebenen Bild erzeugt werden können.

DE 699 15 655 T2 2004.08.12

[0006] In einem anderen bekannten Bildabtastsystem wird eine Zeilenabtastrkamera verwendet, um ein Bild einer dreidimensionalen Struktur zu erfassen. Diese Zeilenabtastrkamera ist so angeordnet, dass sie ein Bild eines langen schmalen Abschnitts der Struktur erzeugt. Nach einer angemessenen Integrationszeit, die einen Aufbau des Bildes an dem Zeilenabtastsensor gestattet, wird das Zeilenbild aus der Kamera in der Form einer Zeile von Bildpixeln (d. h. Bildelementen) ausgelesen und auf ein Bildspeicher- und Bildverarbeitungssystem übertragen. Die Struktur ist so angeordnet, dass sie sich relativ zu der Kamera bewegt, sodass der Vorgang auf einem benachbarten langen schmalen Abschnitt der Struktur wiederholt werden kann, und schließlich wird über eine Vielzahl von Abschnitten eine zweidimensionale Pixelanordnung erhalten.

[0007] Ein typisches Beispiel einer Zeilenabtastr-Bilderzeugung wäre die Erzeugung eines Bildes einer zylindrischen Oberfläche, wobei die zylindrische Struktur so angeordnet ist, dass sie sich um ihre Hauptachse dreht, während eine Zeilenabtastrkamera eine Reihe von Zeilenbildern entlang der Zylinderwand in einer zur Hauptachse parallelen Richtung erfasst.

[0008] Ein Problem bei der Zeilenabtastr-Bilderzeugung ist ihre optische Ineffizienz. Die Linse der Kamera ist in der Lage, eine breitere Fläche als einen schmalen Abschnitt der Struktur abzubilden, und Beleuchtungssysteme leuchten auch einen breiteren Abschnitt der Struktur aus. Die Zeilenabtastrkamera verwendet nur einen kleinen Teil des verfügbaren Bildes und eliminiert den Rest. Diese optische Ineffizienz führt zu Einschränkungen bei dem gesamten Bilderzeugungssystem, begrenzt die Geschwindigkeit der Bilderfassung und erfordert eine zusätzliche Komplexität bei einer Beleuchtung hoher Intensität.

[0009] Ein zweites Problem bei der Zeilenabtastr-Bilderzeugung ist ein Verschmieren des Bildes (d. h. ein undeutliches Bild). In einem typischen praktischen System ist die Struktur so angeordnet, dass sie sich mit konstanter Geschwindigkeit relativ zur Kamera bewegt, so dass aufeinanderfolgende Pixelzeilen mit regelmäßigen physikalischen Verschiebungen um die Struktur herum erhalten werden. Dies bedeutet, dass irgendein Merkmal der Oberfläche der Struktur sich relativ zu der Kamera bewegt und dazu tendiert, das Bild bis zu dem Ausmaß der Integrationszeit, die von der Kamera benötigt wird, verschwimmen zu lassen. Dies ist äußerst kritisch bei feinen Details der Oberfläche der Struktur, beispielsweise kleinen Flecken oder Linien, deren Größe ähnlich der Größe der an der Struktur abgebildeten Pixel ist oder das ein bis fünffache beträgt. Die Gesamtwirkung einer Bildverschmierung bzw. eines Verschwimmens des Bildes ist, dass die Qualität des erfassten Bildes vermindert wird, mit einem Verlust des Kontrasts und einem Verlust der Bildschärfe, die insbesondere feine Details wie zum Beispiel Punkte bzw. Flecken und Linien betrifft.

[0010] US 3907438 offenbart ein Konturmeßsystem, bei dem die Kontur, die Oberfläche, die Textur und die Rundheit zylindrischer Elemente optisch zu bestimmen ist. Im Einzelnen wandelt eine Kamera mit einem feststehenden Schlitz die zylindrische Oberfläche in eine planare Oberfläche, ein Bild um. Die Beleuchtung für das Bild wird durch dünne Lichtlagen in einer Ebene bereitgestellt, die in etwa parallel zur Achse des Zylinders und tangential zu der Oberfläche ist.

[0011] In einer bekannten Variante von Zeilenabtastrkamas-Zeitverzögerungs-Integrationskameras (TDI = Time Delay Integration) werden einige Probleme der Zeilenabtastr-Bilderzeugung überwunden. Bei einer TDI-Zeilenabtastrkamera werden mehrere parallele Pixelzeilen gleichzeitig abgebildet. Dies bedeutet, dass die Breite des abgebildeten Bereichs bzw. der abgebildeten Fläche zunimmt, beispielsweise auf 8, 16, 32 oder 96 parallele Pixelzeilen, je nach der speziellen, verwendeten Bilderzeugungsvorrichtung. In einem TDI-System wird eine Schieberegisterrhode verwendet, um das am Sensor integrierte Bild so zu verschieben, dass das teilweise integrierte Bild am Sensor die Bewegung der Struktur nachvollzieht. Folglich wird jedes Pixel beim Auslesen 8, 16, 32 oder 96 Taktzeilen lang beleuchtet. Dies erhöht die optische Effizienz des Systems.

[0012] Ein Problem bei der TDI-Bilderzeugung besteht darin, dass ein Verschmieren des Bildes nach wie vor aus den gleichen Gründen wie bei einer Basis-Zeilenabtastrkamera besteht und zu einem Verlust der Bildschärfe und des Kontrasts bei feinen Details führt. Ein zweites Problem bei TDI-Kameras sind ihre relativ hohen Kosten infolge der spezialisierten Verwendung und infolgedessen geringe Herstellungsvolumen.

[0013] Ein weiteres Problem sowohl bei normalen Zeilenabtastrkameras als auch bei TDI-Zeilenabtastrkameras besteht darin, dass die Bilderzeugung auf Anwendungen beschränkt ist, bei denen die Kamera auf eine Zeile bzw. Linie entlang der dreidimensionalen Struktur fokussiert werden kann. Unter gegebenen praktischen Erwägungen von Standardlinsen und einer Feldtiefe (zur Aufrechterhaltung einer angemessenen Bildschärfe des Bildes) bedeutet dies, dass Zeilenabtastrsysteme am Besten für flachwandige Strukturen wie Zylinder geeignet sind, und nicht gut für komplexe Oberflächen, beispielsweise sphärische Strukturen geeignet sind.

[0014] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Liefern einer zweidimensionalen Darstellung der Oberfläche eines dreidimensionalen Objekts bereitgestellt, mit Mitteln zum Bewegen bzw. Versetzen des Objekts entlang einer Bahn, und Mitteln zum gleichzeitigen Drehen des Objekts um mindestens eine seiner Achsen, Mitteln zum Abtasten der zweidimensionalen Darstellung, Mitteln zum Abtasten eines Abschnitts der Oberfläche des Objekts auf einen Abschnitt des Abtastrmittels, wobei das Abtastrmittel entlang einer zu der Bahn des Objekts

parallelen Bahn bewegbar bzw. versetzbar ist, wobei die Raten der Translationsbewegung der Bewegungsmittel für das Objekt und das Abtastrmittel sowie die einer Drehung des Objekts so gewählt sind, dass die Kombination der Rotations- und Translationsbewegung des Objekts und des Abtastrmittels bewirkt, dass aufeinanderfolgende Bilder von aneinandergrenzenden Abschnitten der Oberfläche des Objekts auf aufeinanderfolgende Abschnitte des Abtastrmittels abgebildet werden, wenn sich das Objekt entlang einem Abschnitt der Bahn des Objekts bewegt, wodurch ein zweidimensionales Bild der Oberfläche des Objekts erfasst wird.

[0015] Gemäß der Erfindung wird auch ein Verfahren nach Anspruch 10 bereitgestellt.

[0016] Die Erfindung wird nun lediglich als Beispiel unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen zeigen:

[0017] Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zum Abtasten der Oberfläche eines Zylinders,

[0018] Fig. 2 eine schematische perspektivische Ansicht der Ausführungsform von Fig. 1,

[0019] Fig. 3(a), (b) und (c) eine Reihe schematischer Schnittdiagramme zur Veranschaulichung, wie die Ausführungsform der Fig. 1 und 2 eingesetzt wird, um ein Bild im Zeitverlauf aufzubauen,

[0020] Fig. 4 ein schematisches Blockdiagramm zur Darstellung der Hauptschritte in der Funktionsweise der Ausführungsform der Fig. 1 und 2 zur automatischen Inspizierung eines Artikels,

[0021] Fig. 5 ein schematisches Vertikal-Schnittdiagramm durch einen Querschnitt einer Ausführungsform der mechanischen Handhabungsmittel bzw. Transportmittel, die zur Handhabung bzw. zum Transport eines inspizierten Artikels verwendet werden, und

[0022] Fig. 6 eine schematische perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform zur Bildabtastung von komplexen, nicht-zylindrischen Strukturen.

[0023] Ein zylindrisches Objekt (101) wird durch eine Lichtquelle (102) so erleuchtet, dass ein Abschnitt (106) der Zylinderoberfläche (111) beleuchtet wird. Ein Matrix-Bildsensor (103) empfängt das Bild (114) des Abschnitts (106) auf einem Abschnitt (107) der Sensoroberfläche (115) über eine Linse (104) und über eine Öffnung (112) in einer Platte (105). Die Öffnung (112) ist eine längliche Öffnung (112) mit parallelen Seiten, die eine Longitudinalachse aufweist, welche im wesentlichen parallel zur Hauptachse des Zylinders (101) ist. Somit ist der Abschnitt (106) der Zylinderoberfläche (111), der auf den Matrixsensor (103) abzubilden ist, ein langer und relativ schmaler Abschnitt, der entlang der Seite des Zylinders (101) in einer Richtung liegt, die im wesentlichen parallel zu der Hauptachse (113) des Zylinders ist. Außerdem ist das von dem Matrixsensor (103) empfangene Bild (114) ebenfalls ein langer und relativ schmaler Bildabschnitt (107), der dem beleuchteten Abschnitt

(106) entspricht.

[0024] Die gesamte zylindrische Oberfläche (111) des Objekts (101) wird abgetastet und daher durch den Matrixsensor (103) abgebildet, in dem für eine gleichzeitige mechanische Translationsbewegung und Rotation des Objekts (101) gesorgt wird, und gleichzeitig einen mechanische Translation der Platte (105) erfolgt, während der Matrixsensor (103) so arrangiert wird, dass seine Feldintegrationsperiode mit diesem Zyklus einer mechanischen Translation und Rotation synchronisiert ist.

[0025] Die Details dieses mechanischen Zyklus sind wie folgt:

Das zylindrische Objekt 101 ist so angeordnet, dass es sich in einer Translationsbewegung mit im wesentlichen linearer Geschwindigkeit 108 bewegt, während es sich gleichzeitig mit einer Drehgeschwindigkeit 110 dreht. Die Drehgeschwindigkeit 110 ist so arrangiert, dass die augenblickliche Oberflächenangeschwindigkeit des abgebildeten Abschnitts 106 relativ zu der Linse 104 und dem Matrixsensor 103 im wesentlichen Null ist. Gleichzeitig ist die Platte 105 und daher die Öffnung 112 so angeordnet, dass sie sich mit Linear Geschwindigkeit 109 fortbewegt, so dass das Zentrum des beleuchteten Abschnitts 106, die Öffnung 112 und das Zentrum der Linse 104 im wesentlichen ko-linear bleiben.

[0026] Durch Drehung und Translation des Zylinders 101 sowie Translation bzw. Versetzung der Öffnung 112 kann die gesamte Oberfläche 111 des Zylinders 101 auf dem Matrixsensor 103 abgebildet werden. Fig. 3 veranschaulicht, wie dies erreicht wird. Der Matrixsensor 103 wird auf eine Zeit Ta eingestellt, wobei in diesem Augenblick die Zylinderoberfläche 111 beleuchtet wird. Ein Abschnitt A dieser Zylinderoberfläche 111 wird dann auf einen entsprechenden Abschnitt A' auf dem Matrixsensor 103 durch die Öffnung bzw. Apertur 12 abgebildet, die sich in einer ersten Position befindet. Der Matrixsensor 103 wird in einen kontinuierlichen Integrationsmodus für den Rest des Zyklus gehalten, während der Zylinder 101 progressiv dreht und progressiv weitere Abschnitte der Oberfläche 111 abbildet, beispielsweise einen Abschnitt B zur Zeit Tb und einen Abschnitt C zur Zeit Tc auf betreffenden Abschnitten B' und C' auf der Oberfläche 115 des Matrixsensors. Diese jeweiligen Abschnitte B', C' sind wegen der gleichzeitigen Translationsbewegung der Apertur 112 räumlich voneinander getrennt. Wenn eine Umdrehung des Zylinders 101 abgeschlossen worden ist, wird der Abschnitt A nochmals abgetastet.

[0027] Durch Ausführen dieser Kombination aus Drehung und Translation werden aufeinanderfolgende Abschnitte der Zylinderoberfläche 111 auf entsprechende aufeinanderfolgende Abschnitte des Matrixsensors 103 abgebildet, und daher besteht die Gesamtwirkung dieser mechanischen und sensorischen Anordnungen darin, dass die Oberfläche des Zylinders auf einer kontinuierlichen implementierenden Basis um die Zylinderwand herum freigelegt wird

und dass ein passendes Bild der Oberfläche auf einer kontinuierlichen implementierenden Basis am Matrixsensor 103 erhalten wird.

[0028] Um eine Abtastung der gesamten Oberfläche in einer automatisierten Anwendung auszuführen, kann eine Vorrichtung gemäß den Schritten, die in Fig. 4 dargestellt sind, betriebsbetrieben werden. Das abzutastende und abzubildende Objekt, d. h. der oben beschriebene Zylinder 101, wird durch ein erstes mechanisches Transportmittel 120 gedreht und in Translation versetzt, und die Platte 105 wird durch ein zweites mechanisches Transportmittel 121 in Translation versetzt. Die ersten und zweiten mechanischen Transportmittel 120, 121 werden zusammen durch ein Synchronisierungsmittel 122 so synchronisiert, dass eine Ko-Linearität des erwünschten abgebildeten Abschnitts 106, der Apertur 112 und des Zentrums der Linse 104 beibehalten wird. Das Synchronisierungsmittel 122 steuert auch den Belichtungszklus des Matrixsensors 103 so, dass bei Beginn eines neuen Zyklus einen Rücksetzung erfolgt und die Belichtung über den gesamten Rest des Zyklus hinweg beibehalten wird, während die erforderliche Zylinderoberfläche 111 abgetastet wird.

[0029] Fig. 5 veranschaulicht eine mechanische Ausführungsform für eine Vorrichtung zum Abtasten eines Objekts, wie z. B. eines oben beschriebenen Zylinders.

[0030] Die Translation und Rotation des Zylinders 111 und der Apertur bzw. Öffnung 112 werden wie folgt ausgeführt:

Der Zylinder 111 ist zur Drehung um seine longitudinale Hauptachse frei an einem Zylinder-Laufkäfig 133 angebracht und seine Oberfläche 111 ruht auf einer Zylindertrommel 130, die zur Drehung um ihre Hauptachse (nicht dargestellt) in der Richtung des Pfeils in Fig. 5 gebracht wird. Die Außenfläche 131 der Trommel 130 steht in Kontakt mit der Zylinderoberfläche 111 so dass, wenn sich die Trommel 130 dreht, diese dem zylindrischen Käfig 133 eine Drehkraft vermittelt, die dessen Drehung bewirkt. Dies ist auch durch die Pfeile in Fig. 5 veranschaulicht. Der Zylinder 101 ist in einer Apertur 134 in dem zylindrischen Käfig enthalten. Der Käfig 133 wird zur Drehung um seine Hauptachse gebracht, welche mit der Hauptachse der Trommel koinzidiert. Eine geschlitzte Trommel 135, die ebenfalls zur Drehung um ihre Hauptachse gebracht wird, welche mit den anderen, vorher erwähnten Achsen koinzidiert, implementiert die Funktion der Platte 105, wie vorher beschrieben wurde, mit einer Öffnung 136 in der geschlitzten Trommel 135, die der oben beschriebenen Öffnung 112 entspricht, und die Drehung der geschlitzten Trommel 135 führt die Translation bzw. Versetzung der Apertur 136 aus. Die zylindrische Trommel 130 und der Käfig 133 – zusammen mit ihren zugeordneten Antriebsmitteln – entspricht dem ersten mechanischen Transportmittel. Die geschlitzte Trommel 135 wird durch das zweite Transportmittel 121 gedreht. Mechanische Antriebe, beispielsweise Motoren und

Zahnradgetriebe, die Fachleuten bekannt sind, können dann einfach angeordnet werden, um die drei Rotationsselemente (Reibungsstrommel 130, Käfig 133 und geschlitzte Trommel 135) in einer synchronisierten Weise zu koppeln, um die erforderliche Drehung des einer Inspektion unterzogenen Objekts zu erzeugen. Elektrische Vorrichtungen, beispielsweise Dreh-Codierer, die Fachleuten bekannt sind, können einfach angeordnet werden, um den mechanischen Zyklus mit der Kamerabelichtung zu synchronisieren. Das zweidimensionale Bild, das von dem Matrixsensor 103 erfasst wird, wird dann unter Verwendung einer beliebigen, geeigneten Bilderzeugungstechnik in einer Bildspeicher- und Verarbeitungsvorrichtung 123 bearbeitet. Falls das Bild zum Vergleich mit einem Bezugsbild verwendet wird, kann eine Annahme-/Zurückweisungsvorrichtung 124 eingesetzt werden, um das Objekt zu akzeptieren oder zurückzuweisen, falls es von dem Bezugsbild abweicht.

[0031] In Fig. 6 ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt und veranschaulicht, dass die Erfindung nicht auf eine Bildabtastung zylindrischer Strukturen beschränkt ist, sondern sich auf viele andere Formen von dreidimensionalen Strukturen erstrecken kann. Um eine komplexere dreidimensionale Struktur, wie sie in Fig. 6 dargestellt ist, abzutasten, wird die Struktur 201 in einer Horizontalrichtung abgetastet, um eine Anzahl von Abbildungsabschnitten 204 zu erzeugen, wobei jeder Abschnitt die Form eines horizontalen Streifens aufweist und jeder Streifen sequentiell in einer Vertikalrichtung abgetastet wird, d. h. indem zunächst in einer Horizontalrichtung abgetastet wird und dann eine Vertikalbewegung erfolgt, um wiederum entlang einem angrenzenden vertikalen Streifen 204^h horizontal abzutasten usw., bis die gesamte Struktur abgetastet und abgebildet ist, wodurch ein komplettes Bild der Struktur 201 aufgebaut wird. Die tatsächliche Methode des „Abrollens“ („unwrapping“) der Oberfläche, um das Bild zu liefern, ist die gleiche wie die oben beschriebene, aber in diesem Fall wird eine Anzahl „abgerollter“ Bilder dann kombiniert, um das endgültige Bild der gesamten Oberfläche zu erzeugen. In dieser Hinsicht bewegt sich die Aperturplatte 105 nicht nur in einer Horizontalrichtung, sondern muss auch zu einer Bewegung in einer Vertikalrichtung in der Lage sein, um sequentiell in der Vertikalrichtung abzutasten. Um komplexere Strukturen abzutasten, muss die Struktur 201 um und entlang von Leerrechen wie bei der oben beschriebenen ersten Ausführungsform gedreht und in Translation versetzt werden. Für die komplexeren Strukturen findet eine Drehung um drei orthogonale Achsen 203, 205, 206 statt, wie in Fig. 6 dargestellt ist, sowie eine Translation bzw. Versetzung entlang dieser Achsen. Für eine weniger komplexe Struktur, beispielsweise einen konischen oder einen abgestuften Zylinder, muss die Struktur nicht um und entlang all dieser Achsen gedreht bzw. in Translationsbewegung versetzt werden.

[0032] In Fig. 6 hat die Aperturplatte 105 eine quadratische oder rechteckige Apertur 112 mit gefederten oberen und unteren Rändern. Die gefederten Ränder lassen die Ränder des Bildes des Abschnitts 204 durch Aufbauen einer Übergangszone zwischen dem Bild und den umgebenden Pixeln verschwinden, sodass das Bild allmählich an dem Rand ausgeblendet wird (fade out). Somit sind die überlappenden Ränder aneinandergrenzender Streifen, wenn zwei aneinandergrenzende horizontale Abbildungsabschnitte zusammen verarbeitet werden, frei von plötzlichen Leerräumen oder von doppelt belichteten Überlappungen.

[0033] Fachleuten ist es ersichtlich, dass verschiedene Modifikationen innerhalb des Schutzzumfangs der vorliegenden Erfindung, wie sie beansprucht ist, möglich sind. Beispielsweise kann irgendeine geeignete Bildverarbeitungstechnik eingesetzt werden, ebenso wie andere geeignete Bildsensoren. Die Translations- und Rotationsbewegung der verschiedenen Komponenten kann durch irgendwelche geeigneten Mittel ausgeführt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Liefern einer zweidimensionalen Darstellung (114) der Oberfläche (111) eines dreidimensionalen Objekts (101), mit: Mitteln zum Bewegen bzw. Versetzen (120) des Objekts (101) entlang einer Bahn, und Mitteln zum gleichzeitigen Drehen (120) des Objekts (101) um mindestens eine seiner Achsen (113), Mitteln zum Abtasten (103) der zweidimensionalen Darstellung (114),

Mitteln zum Abbilden (104) eines Abschnitts (106) der Oberfläche (111) des Objekts (101) auf einen Abschnitt (107) des Abtastmittels (103), wobei das Abtastungsmittel (104) entlang einer zu der Bahn des Objekts (101) parallelen Bahn bewegbar bzw. versetzbar ist, wobei die Raten der Translationsbewegung der Bewegungsmittel (120) für das Objekt (101) und das Abbildungsmittel (104) sowie die einer Drehung des Objekts (101) so gewählt sind, dass die Kombination der Rotations- und Translationsbewegung des Objekts (101.) und des Abbildungsmittels (104) bewirkt, dass aufeinanderfolgende Bilder von aneinandergrenzenden Abschnitten der Oberfläche (111) des Objekts (101) auf aufeinanderfolgende Abschnitte des Abtastmittels (103) abgebildet werden, wenn sich das Objekt (101) entlang einem Abschnitt der Bahn des Objekts (101) bewegt, wodurch ein zweidimensionales Bild (114) der Oberfläche (111) des Objekts (101) erfasst wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung ferner Mittel zum Vergleichen (124) des erfassten Bildes (114) mit einem Referenzbild umfasst, um so Abweichungen an der Oberfläche (111) des Objekts von der des Referenzbildes zu detektieren, und dadurch das Objekt (101) auf der Basis dieses

Vergleichs anzunehmen oder zurückzuweisen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Bahn des Objekts (101) eine bogenförmige Bahn ist, und das Objekt (101) um seine Längsachse (113) drehbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner mit Mitteln zum Synchronisieren (122) der Translation und der Drehung des Objekts (101), der Translation des Abbildungsmittels (104) und der Betriebsgeschwindigkeit des Abtastmittels (103), um die zweidimensionale Darstellung (114) zu liefern.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Abtastmittel (103) so betätigbar ist, dass es den abgebildeten Abschnitt (106) der Oberfläche (111) des Objekts (101) empfängt und ein für das Bild repräsentatives Signal liefert, wobei die Vorrichtung ferner mit dem Abtastmittel (103) gekoppelte Mittel zum Verarbeiten (123) des Signals von dem Abtastmittel (103) umfasst.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei das Bildverarbeitungs- (123) ein Bildspeichermittel (123) aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Bildprojektionsmittel ein Maskenmittel (105) mit einer darin vorgesehenen schmalen rechteckigen Öffnung (112) umfasst.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Objekt (101) um entlang mindestens zwei orthogonaler Achsen (203, 205, 206) drehbar bewegbar bzw. versetzbar ist, und das Abtastmittel (103) in zwei orthogonalen Richtungen bewegbar bzw. versetzbar ist, um so eine Vielzahl von Bildern von aneinandergrenzenden Abschnitten der Bildoberfläche zu erzeugen, wobei diese Vielzahl von aneinandergrenzenden Bildern kombiniert wird, um ein Gesamtbild der Oberfläche (111) des Objekts (106) zu liefern.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei das Abbildungsmittel (104) ein Maskenmittel (105) mit einer Öffnung bzw. Apertur (112) mit darin vorgesehenen gefederten oberen und unteren Rändern umfasst.

10. Verfahren zum Erzeugen einer zweidimensionalen Darstellung (114) der Oberfläche (111) eines dreidimensionalen Objekts (101), wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Bewegen bzw. Versetzen des Objekts (101) entlang einer Bahn, während das Objekt gleichzeitig um mindestens eine seiner Achsen (113) gedreht wird, Abbilden eines Abschnitts (106) der Oberfläche (111) des Objekts (101) mittels eines Abbildungsmittels (104) auf einem Abschnitt (107) eines Mittels zum Abtasten (103) der zweidimensionalen Darstellung

(113).

Bewegen bzw. Versetzen des Abbildungsmittels (104) entlang einer zu der Bahn des Objekts (101) parallelen Bahn und Wählen der Translationsbewegungsrate des Translationsmittels (120) für das Objekt (101) und für das Abbildungsmittel (104) sowie der Drehung des Objekts (101) derart, dass die Kombination der Rotations- und Translationsbewegung des Objekts (101) und des Abbildungsmittels (104) bewirkt, dass aufeinanderfolgende Bilder von aneinandergrenzenden Abschnitten der Oberfläche (111) des Objekts (101) auf aufeinanderfolgenden Abschnitten des Abtastmittels (103) abgebildet werden, wenn sich das Objekt entlang einem Abschnitt der Objektbahn bewegt, wodurch ein zweidimensionales Bild (114) der Oberfläche (111) des Objekts (101) erfasst wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, ferner mit den Schritten des Vergleichens des erfassten Bildes mit einem Referenzbild, um Abweichungen in der Oberfläche (111) des Objekts von dem des Referenzbildes zu detektieren, und Annahmen oder Zurückweisen des Objekts (101) auf der Basis dieses Vergleichs.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Objektbahn eine bogenförmige Bahn ist und das Objekt (101) um seine Longitudinalachse (113) gedreht wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, ferner mit dem Schritt des Synchronisierens der Translation und Rotation des Objekts (101), der Translation des Abbildungsmittels (104) und der Betriebsgeschwindigkeit des Abtastmittels (103), um die zweidimensionale Darstellung (114) zu liefern.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

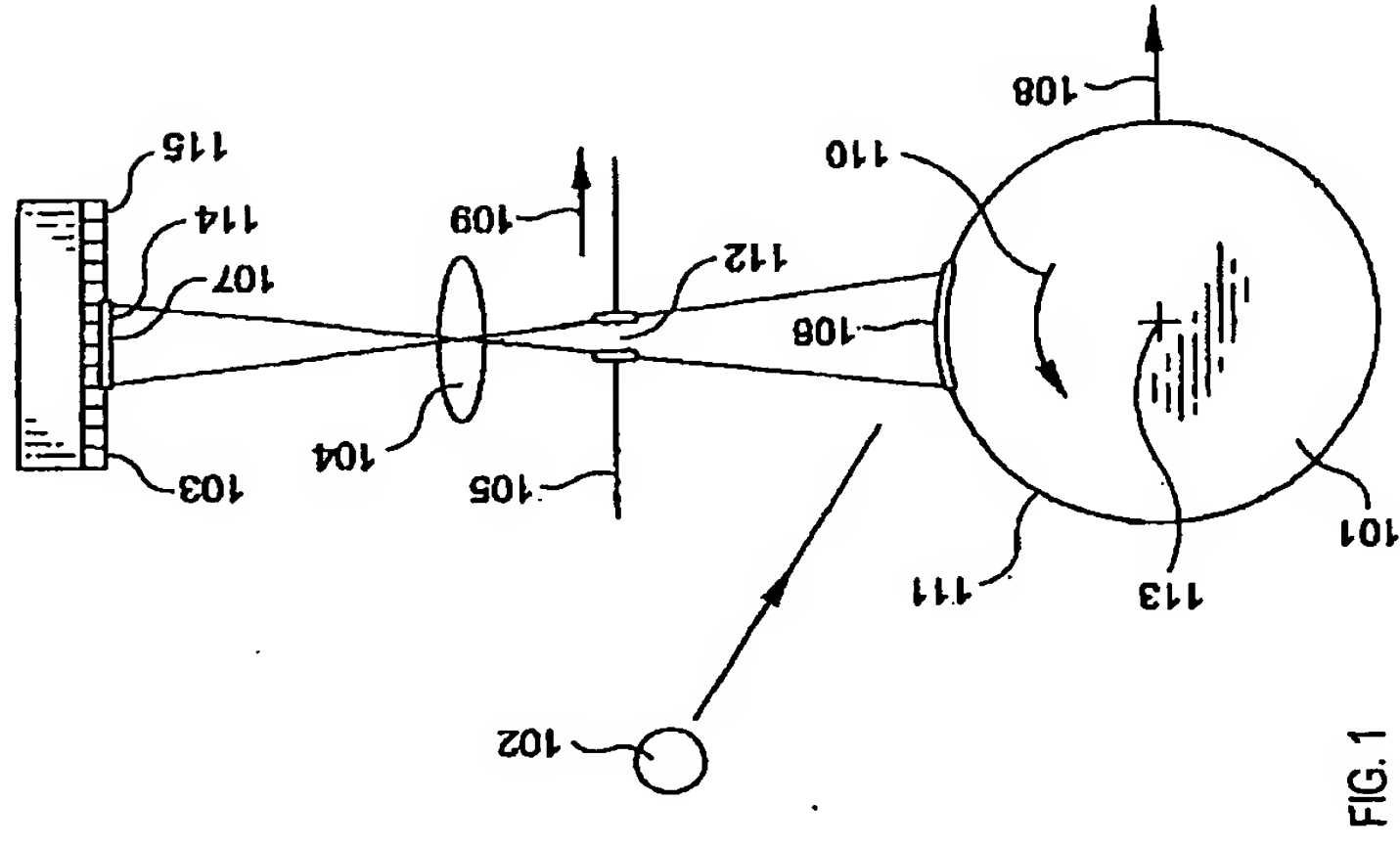


FIG. 1

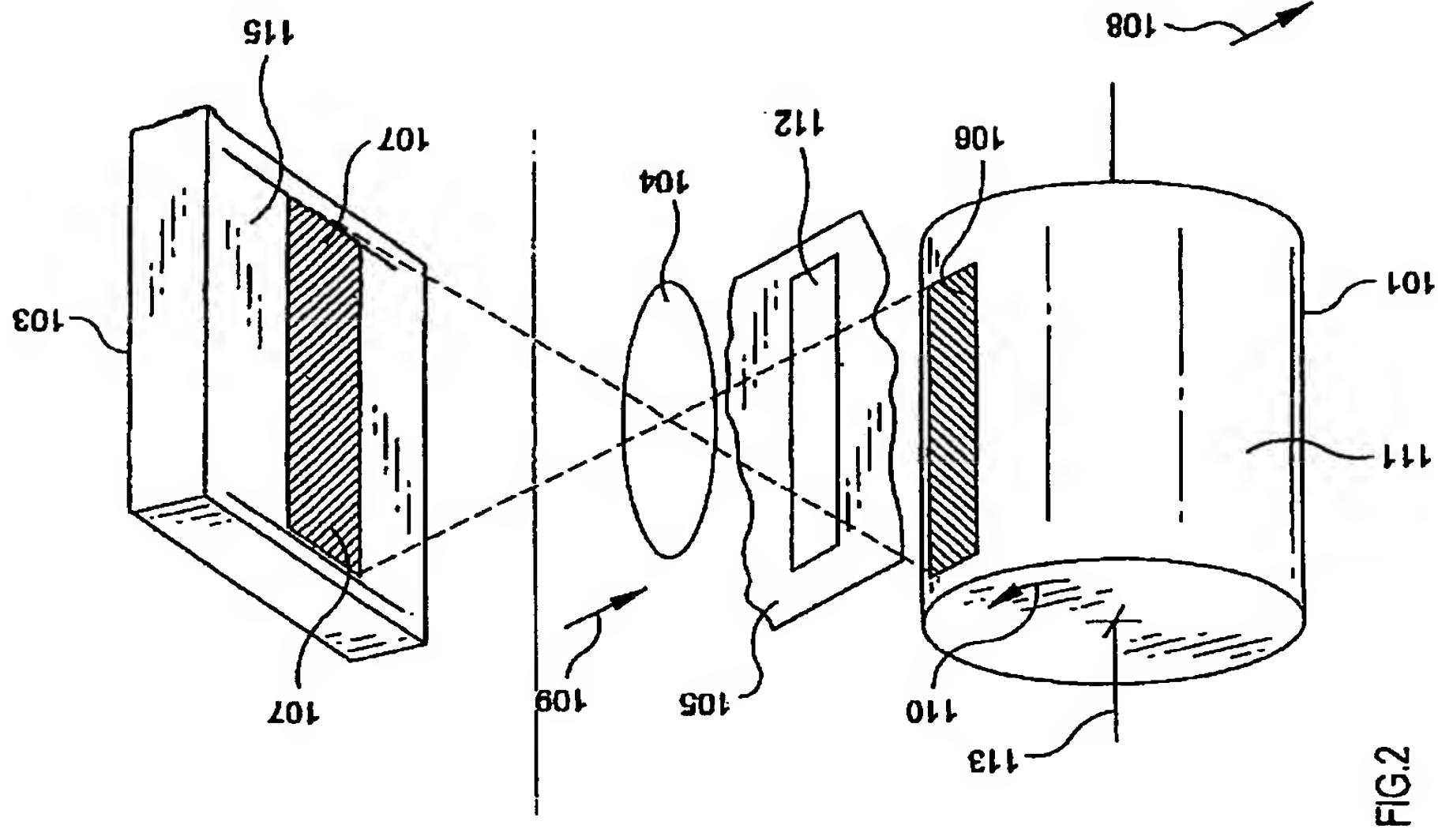
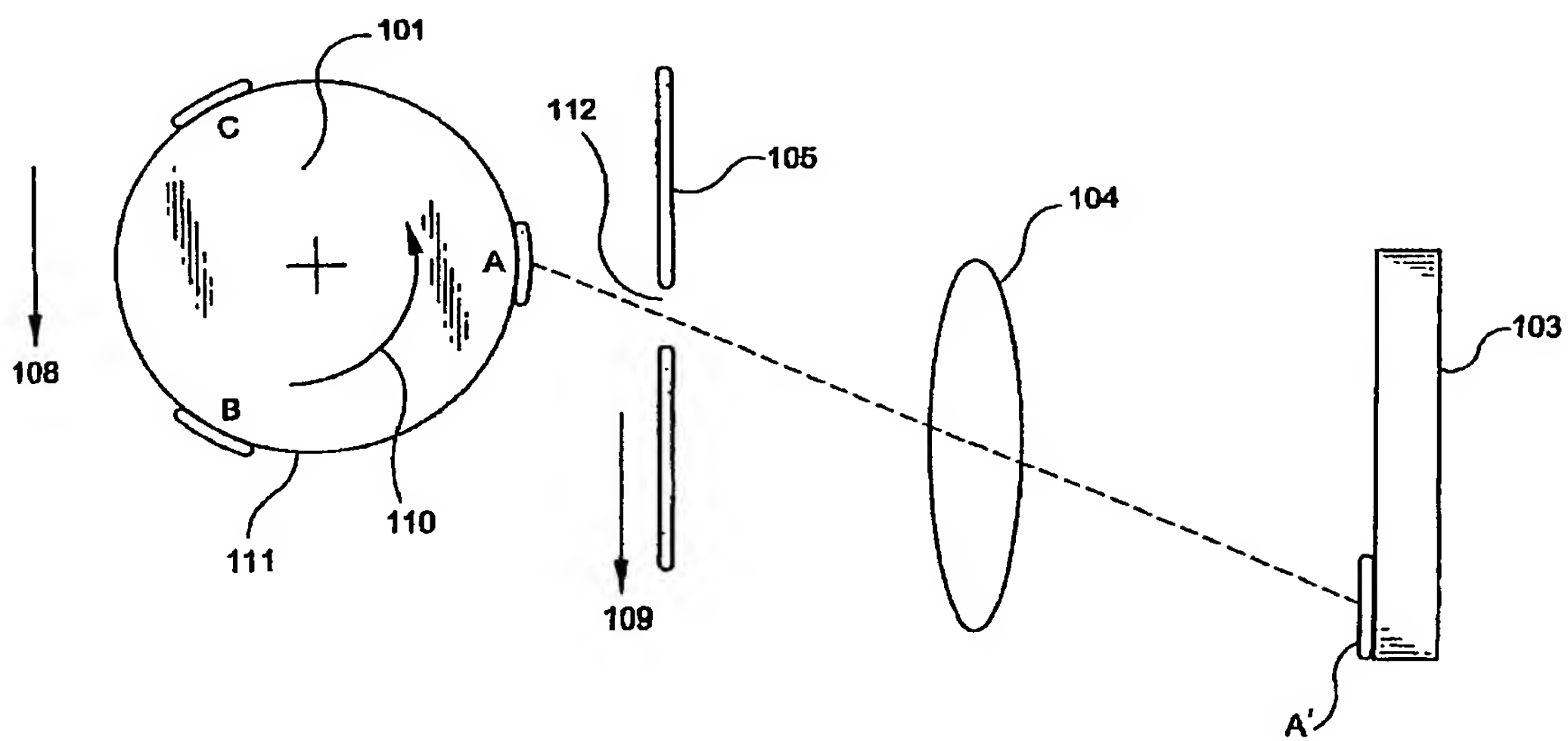


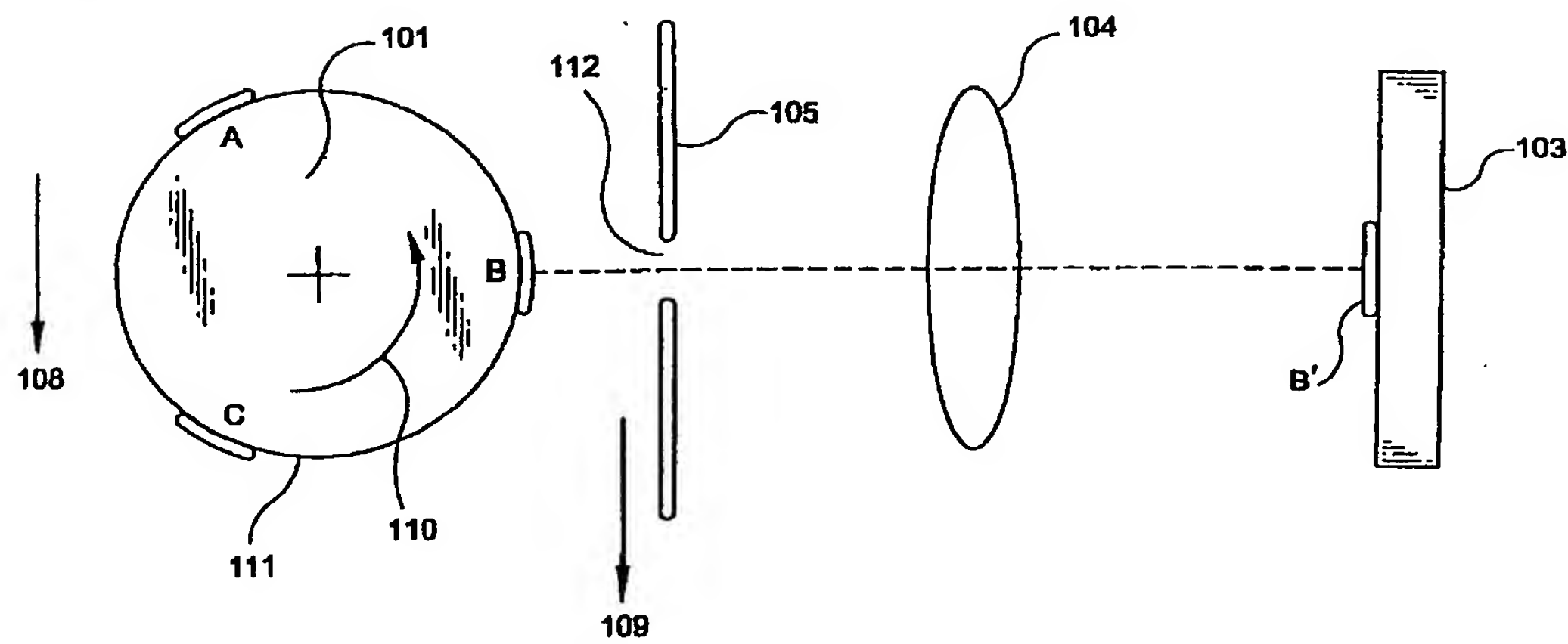
FIG. 2

FIG. 3A $Z_{EIT} = T_a$



8/14

FIG. 3B $Z_{EIT} = T_b$



10/14

FIG. 3C ZEIT=1c

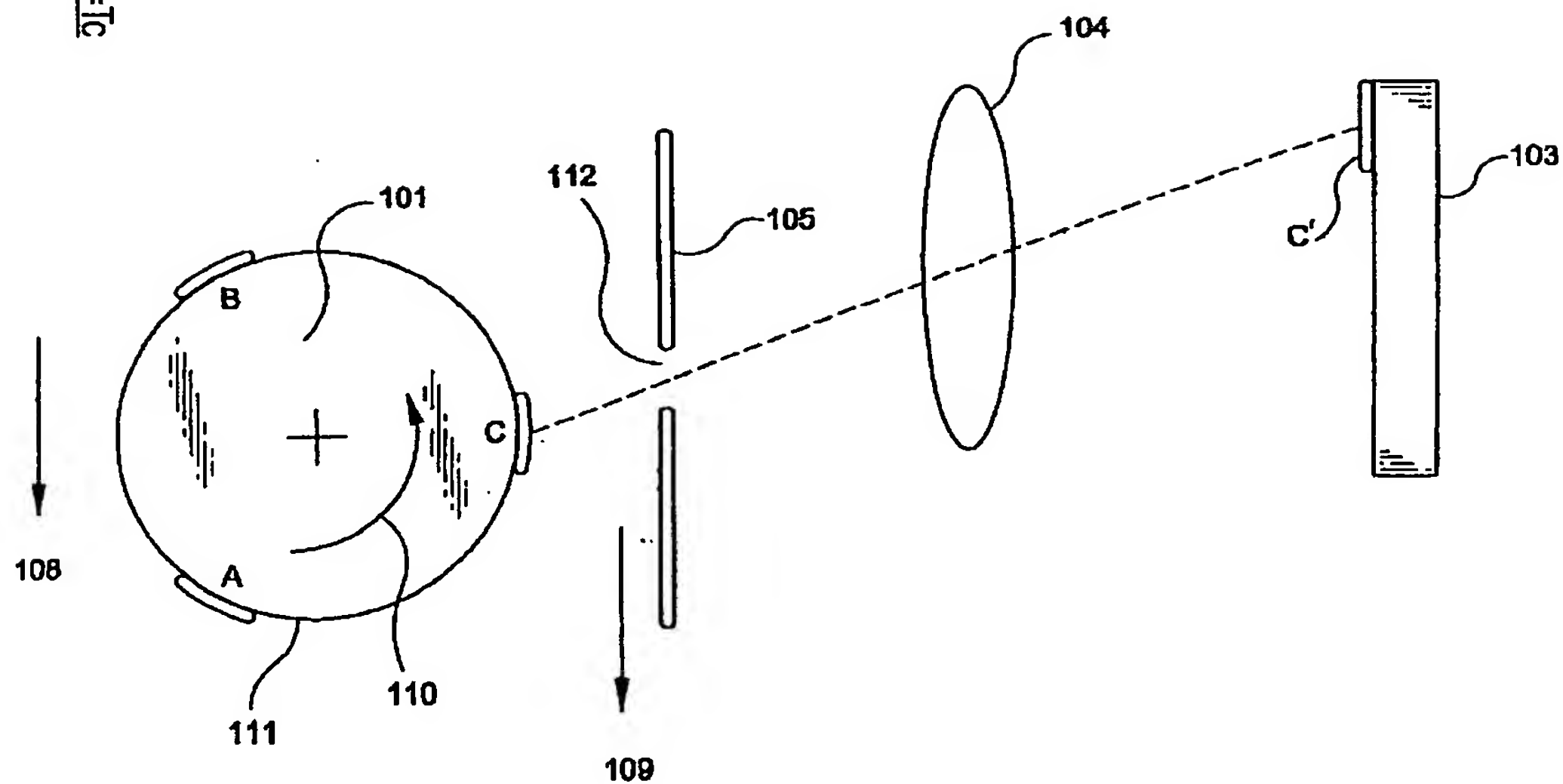


FIG. 4

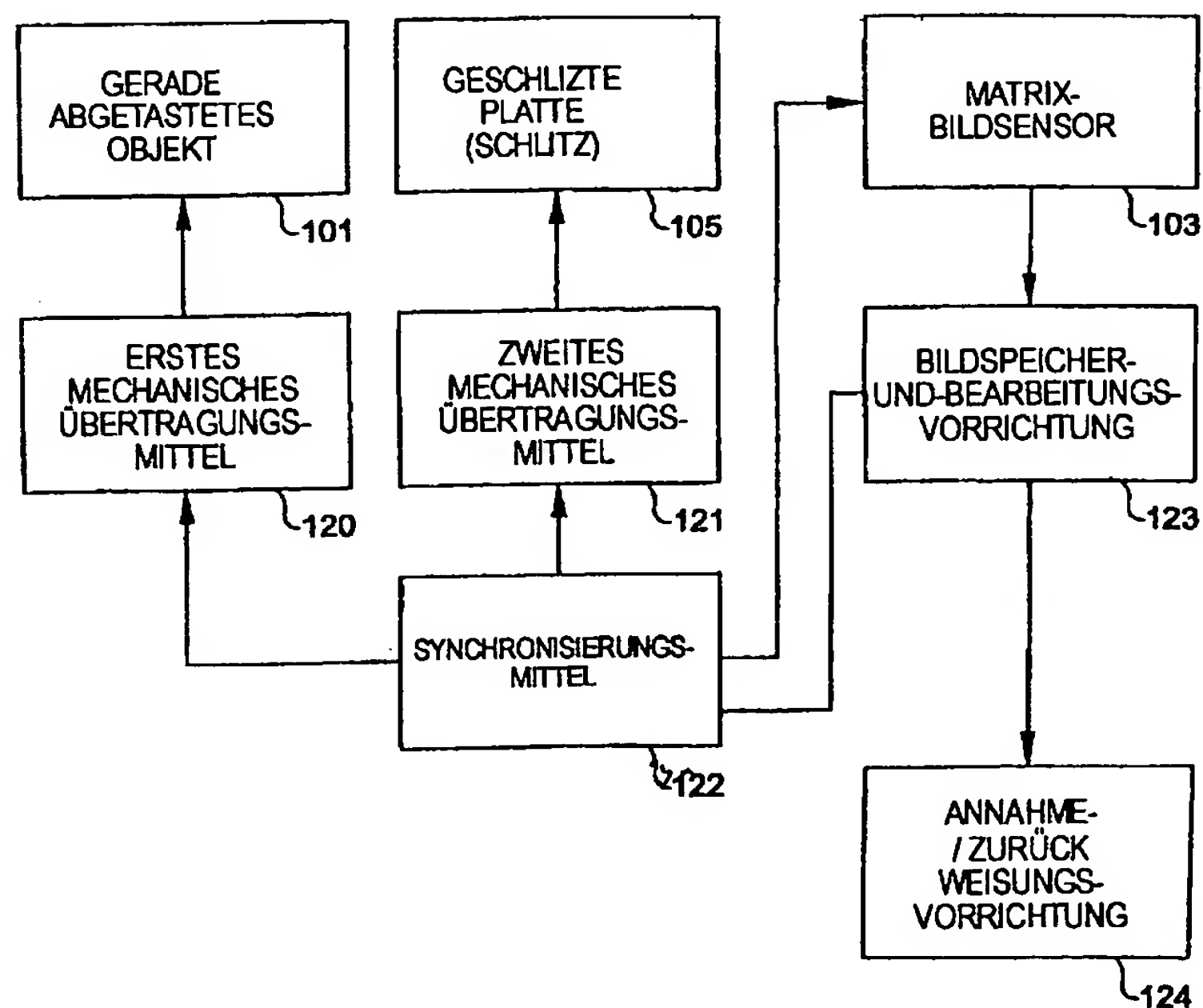
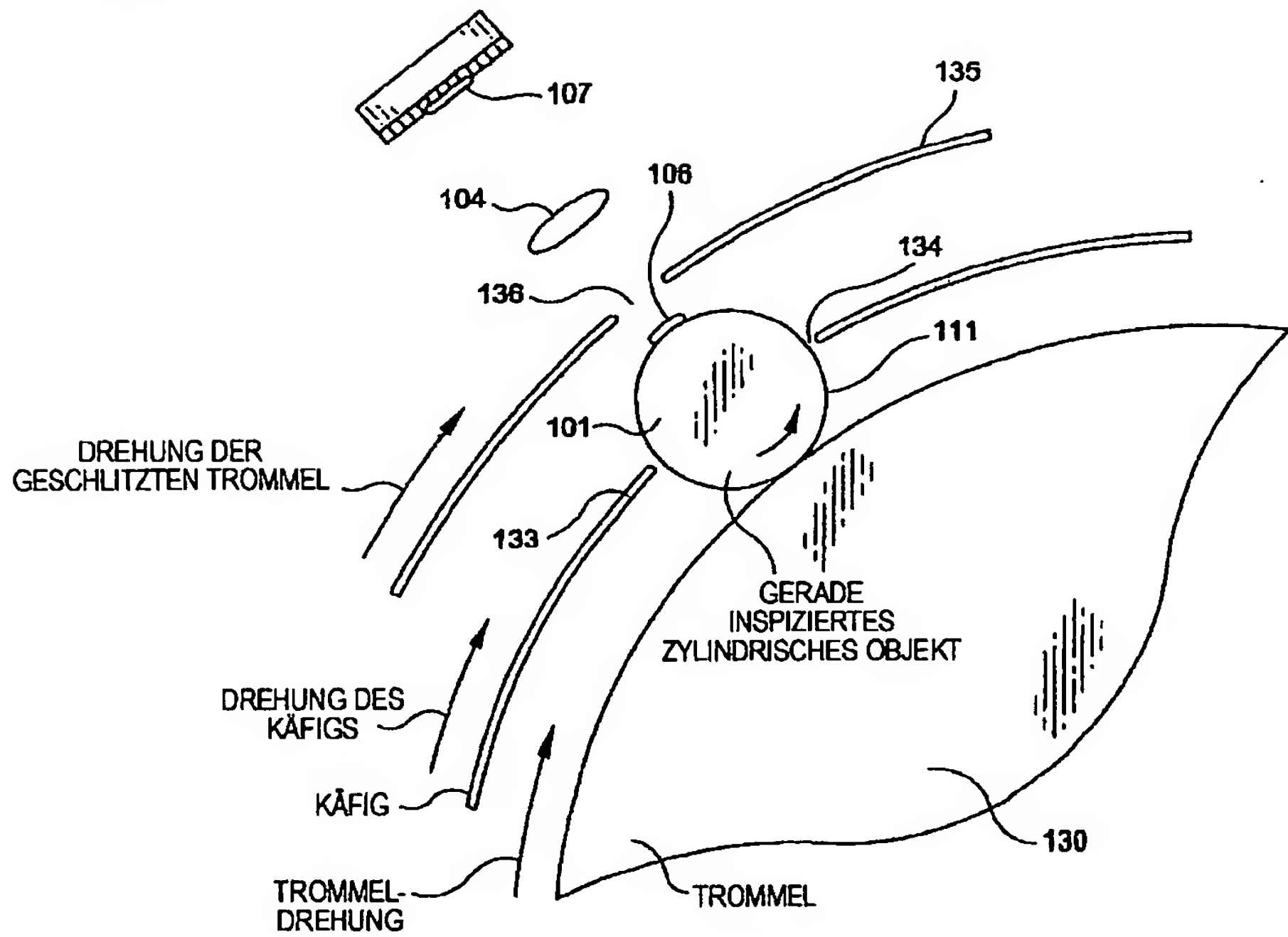


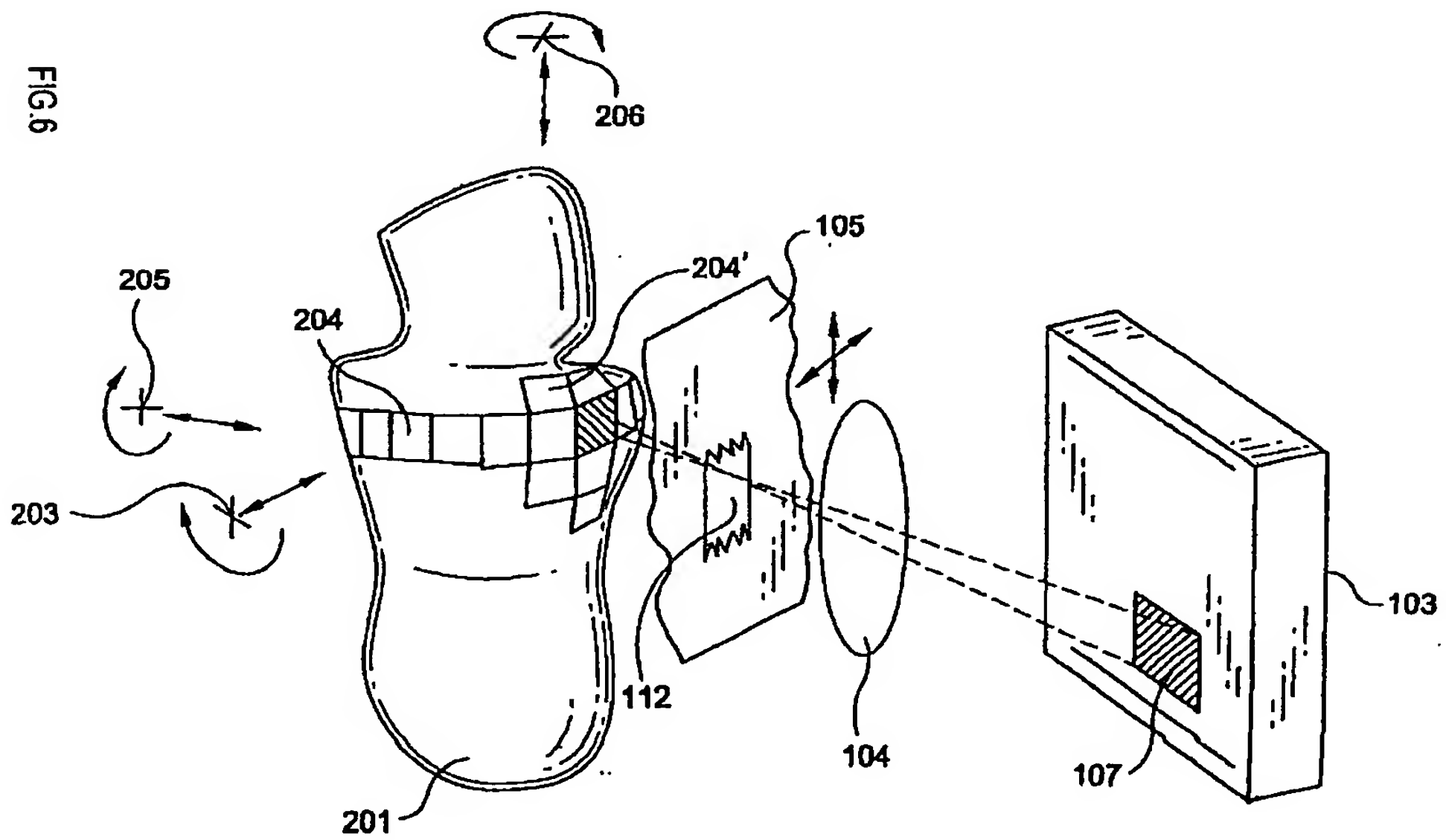
FIG. 5



13/14

DE 699 15 655 T2 2004.08.12

FIG. 6



14/14

DE 699 15 655 T2 2004.08.12